Der Einfluß von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sowie Wasserabkühlung auf die Mast der Schweine

Horst-Werner Iseke

1961

Aus dem Tierhygiene-Institut der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. A. Meyn

DER EINFLUSS VON LUFTTEMPERATUR UND LUFTFEUCHTIGKEIT SOWIE WASSERABKÜHLUNG AUF DIE MAST DER SCHWEINE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Horst-Werner Iseke

Schloß Neuhaus bei Paderborn

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. A. Meyn

Referent: Prof. Dr. A. Meyn

Tag der Promotion: 24. 2. 1961

"UNI"-Druck München 13, Amalienstraße 85

Meinen lieben Eltern

GLIEDERUNG

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Literatur	2
	A. Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Organismus	2
	1. Lufttemperatur	2
	a) Wärmehaushalt	2
	b) Körpertemperatur	4
	c) Hauttemperatur	5
	d) Sekretion des Magens und der Pankreasdrüse	5
	e) Motorische Reaktion des Darms	6
	2. Luftfeuchtigkeit	6
	3. Luftbewegung	6
	4. Sonnenbestrahlung	6
	5. Abkühlung	7
	B. Einfluß der Umweltfaktoren auf die Mast	7
	1. Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit	8
	2. Abkühlung	11
III.	Eigene Untersuchungen	12
	A. Klimakammerversuche	12
	1. Mastversuche mit zusätzlicher Wärmezufuhr (bei 6-8 ^{o} C, 10 ^{o} C, 15 ^{o} C, 20 ^{o} C)	12
	2. Mastversuche unter Ausnutzung der Eigenwärme (bei 15 ^{o} C und 20 ^{o} C)	22
	B. Versuche über den Einfluß der Abkühlung durch Wasser auf die Mast der Schweine	28
	1. Versuch 1 (1959)	28
	2. Versuch 2 (1960)	33
IV.	Besprechung der Ergebnisse	39
V.	Zusammenfassung	43
VI.	Literaturverzeichnis	44

I. EINLEITUNG

Gestützt auf die ständige stärker werdende Nachfrage nach Fleisch, hat die Schweinehaltung, vor allem die Mast, eine immer größere Bedeutung erlangt.

Weitblickende Züchter haben im Laufe der Zeit ein einheitlich ausgerichtetes Zuchtziel für die einzelnen Rassen aufgestellt und durch ständige Selektion - sie richtet sich auf die Erzielung guter Zucht- und Mastleistungen - die Schweinezucht auf einen hohen Leistungsstand gebracht.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt aber nicht allein in der tierzüchterischen Selektion und in der richtigen Ernährung, sondern auch in der Haltung, die den Forderungen der Stallhygiene weitgehend angepaßt sein soll; zumal ja die Leistungsmerkmale des Schweines nur zu einem geringen Grade (30 %) erblich bedingt sind und im übrigen durch die Umwelt beeinflußt werden.

Leider wurde bis jetzt den verschiedenen Umweltfaktoren wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung, unter deren Einwirkung der Körper steht, in ihrer Bedeutung für die Entwicklung des Organismus und seiner Leistungsfähigkeit wenig Beachtung geschenkt.

Zudem sind die Angaben, die von mehreren Wissenschaftlern über optimale Temperaturwerte für die Schweinemast gemacht wurden, sehr unterschiedlich.

II. LITERATUR

A. EINFLUSS VERSCHIEDENER UMWELTFAKTOREN AUF DEN ORGANISMUS

1. Lufttemperatur

a) Wärmehaushalt

Die Betrachtung der Einflüsse von Umweltfaktoren auf den Organismus setzt Kenntnisse über den Wärmehaushalt des tierischen Organismus voraus. Alle Homoiothermen benötigen für den optimalen Ablauf aller Lebensfunktionen eine bestimmte Temperatur und ein Temperaturoptimum, auf das sich der Organismus immer wieder einzustellen versucht.

Ein Körper, welchem keine Wärme zugeführt oder entzogen wird, besitzt die Temperatur der Umgebung. Wird in ihm Wärme erzeugt, so hängt seine Temperatur ab von dem Verhältnis $\frac{\text{Wärmebildung}}{\text{Wärmeabgabe}}$.

Die Wärmebildung (chemische Wärmeregulation) erfolgt:

1. durch Muskelkontraktion
2. durch gesteigerte Verbrennung in der Leber unter Einfluß des sympatischen Nervensystems
3. durch Gefäßverengung über das Vasomotorenzentrum.

Auch bei Körperruhe und ohne Kältebelastung des Organismus bleibt nach Precht (20) eine verhältnismäßig hohe Wärmeproduktion bestehen, die bei Messungen unter bestimmten Bedingungen (Ruhe, Nüchternheit, Neutraltemperatur) als Grundumsatz bezeichnet wird. Die Bestimmung des Grundumsatzes ist bei Tieren jedoch schwierig, da sie sich nicht ruhig verhalten. Abhängig ist die Höhe der Wärmebildung von einer großen Zahl von Faktoren wie z.B. Art, Körpergröße, Alter, Geschlecht, Hautfarbe, Nahrungsaufnahme, Außentemperatur, Aktivität, Funktion innersekretorischer Drüsen, Akklimatisation, Jahreszeit usw.

So ergeben von Morrison (14) durchgeführte Untersuchungen über die Beziehung von Wärmebildung zur Körpergröße, daß der Umsatz in wesentlich geringerer Progression ansteigt als das Körpergewicht, so daß größere Warmblüter eine relativ niedrigere Wärmeproduktion haben als kleine. Die Stoffwechselintensität ist bei sehr kleinen Homoiothermen außerordentlich

hoch. So hat z.B. die Spitzmaus eine Stoffwechselintensität, die bei 24 ^{o} - 28 ^{o} C Raumtemperatur dem 65-fachen Grundumsatz des Menschen und dem 200-fachen Grundumsatz des Elefanten entspricht.

Die Ursache dieser unterschiedlichen Stoffwechselintensität findet man in der verschiedenen prozentualen Verteilung von aktiver Zelloberfläche (Bindegewebe, Skelettmuskulatur, Knochensubstanz). Große Organismen zeigen einen relativ hohen Anteil von passivem Gewebe, kleinere Organismen einen relativ hohen Anteil von aktivem Gewebe.

Die Wärmeangabe ist physikalischer Natur und erfolgt durch Strahlung, Leitung und Verdunstung (physikalische Wärmeregulation). Um nun das Verhältnis von Wärmebildung : Wärmeabgabe, d.h. die Körpertemperatur möglichst konstant zu halten, besitzt der Organismus einen fein eingespielten Regulationsapparat. Als anatomische Grundlage dienen dem Regulationsapparat, wie von Büchner (4) angegeben wird, spezifische Rezeptoren, die Kälterezeptoren, die als differenzierte Endstrukturen der Nervenfasern des sensorischen Systems in die Haut eingebaut sind. Sie werden nicht etwa durch die Höhe der jeweiligen Außentemperatur erregt, registrieren also die Kälte nicht nach Art des Thermometers, sondern sie reagieren auf Wärmeentzug, der immer dann eintritt, wenn eine kältere Umgebung auf die Körperoberfläche einwirkt. Je nach Intensität dieses Wärmeverlustes werden sie in Erregung gesetzt. Die Erregung wird dem Zentralnervensystem durch zentripetale Nervenfasern zugeführt und hier vor allem dem Zwischenhirn vermittelt, bei intensiver Erregung aber auch der Großhirnrinde, so daß es zu einer Schmerzempfindung kommt. Vom Zwischenhirn aus werden dann durch zentrifugale Nervenfasern diejenigen Impulse in die Peripherie gesandt, die für die Erhaltung der Eigenwärme beim Warmblüterorganismus entscheidend sind.

Der Regulationsapparat ist aber nach Precht (20) nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen funktionstüchtig. Die obere kritische Temperatur liegt um so höher,

1. je besser die Wasserabsonderung entwickelt ist
2. je höher die Wasserverdunstung ist
3. je kleiner der Organismus ist
4. je geringer die Wärmeisolation ist.

Beim Schwein liegt diese Temperatur bei 27 ^{o} C.
Im Dienste der Wärmeregulation stehen instinktive Handlungen der Tiere wie z.B. der Bau von unterirdischen Wohnungen, bei Haustieren das

Aufsuchen von Stallungen oder die Verlegung der Futteraufnahme und der Gesamttätigkeit in die Nachtstunden. So beobachteten D.M. Seath und G.D. Miller (23) die Weidegewohnheiten von Jersey- und Holsteinvieh bei Lufttemperaturen von 15 ° - 32 ° C und fanden, daß die Rinder bei einer Temperatur über 26 ° C Schatten aufsuchten. Am Tage, als die Temperatur im Schatten 29 ° C betrug, grasten die Rinder nur 11 % der Zeit, während sie während der Nacht 37 % der Zeit grasten.

Als ebenfalls instinktive Handlungen im Dienste der Wärmeregulation ist das in der Hitze ruhige, in der Kälte lebhafte und unruhige Verhalten zu werten.

Außerdem besteht noch die Möglichkeit, die Wärmeabgabe durch die Körperhaltung zu beeinflussen, wie Trautmann und Scheunert (30) angeben. So wird beim Ausstrecken des Körpers die Wärme abgebende Oberfläche vergrößert, beim Zusammenrollen verkleinert.

Eine weitere Rolle spielen die unwillkürlichen reflektorischen Änderungen der Wärmeabgabe durch die Haut und die Schleimhäute des Atmungsapparates. Bei Tieren, die eine sichtbare Schweißsekretion besitzen, findet durch die Verdunstung des Schweißes eine erhebliche Wärmeabgabe statt. Die Wärmeabgabe durch den Schweiß macht den größten Teil der Gesamtwärmeabgabe aus.

Schließlich dient auch das Aufsuchen von Badegelegenheiten zur Temperaturregulation. Diese Art der Regulation hat gerade beim Schwein eine besondere Bedeutung, da die Schweine keine Schweißsekretion zeigen und infolge des dicken subkutanen Fettpolsters, das stark isolierend wirkt, schlecht Wärme abgeben können.

b) Körpertemperatur

Den Einfluß der Lufttemperatur auf die Körpertemperatur untersuchten mehrere Wissenschaftler. So berichten Heitman und Hughes (9), daß die Körpertemperatur der Schweine bereits bei einer Lufttemperatur von über 4,4 ° C ansteigt. Dieser Anstieg war hauptsächlich bei schweren Tieren zu verzeichnen.

Robinson und Lee (21) fanden aufgrund von Beobachtungen, die in Klimakammern über das Verhalten männlicher Berkshire-Schweine gemacht wurden - sie wurden bis zu sieben Stunden lang bei hohen Temperaturen aber gleicher relativer Luftfeuchtigkeit gehalten - daß bei einer Lufttempera-

tur von 21,1 °C die Rektaltemperatur erst fiel, später aber etwas über den Normalwert anstieg.

Bei höheren Temperaturen stieg die Rektaltemperatur rapide an.

c) Hauttemperatur

Mit der Lufttemperatur variiert am meisten die Hauttemperatur, wie mehrere Versuche zeigen. Sie weist auch nach Precht (20) die größten topographischen Unterschiede auf und hängt stark von der Güte der Wärmeisolation der Haare und Federn ab.

Beim Schwein beträgt die mittlere Hauttemperatur des Rumpfes bei 14 °C Lufttemperatur 29,8 °C, bei der Ziege 33,9 °C und fällt bei -12,0 °C Außentemperatur beim Schwein um 14,4 °C, bei Ziege und Schaf jedoch nur um 4,5 °C, wie Messungen von Lee u.a. (13) zeigen. Hoffmann (10) fand beim Schaf bei einer Haarlänge von 8 cm keine meßbaren Unterschiede in der Hauttemperatur bei Außentemperaturen von 17,0 °C und 4,0 °C. Dieses zeigt, daß je höher die Wärmeisolation der Körperbedeckung ist, desto gleichmäßiger und unabhängiger von der Außentemperatur ist die Hauttemperatur.

Daß zwischen pigmentierten und pigmentlosen Schweinen ein Unterschied besteht, beschrieb Ladan (12). Ein von ihm durchgeführter Versuch zeigt, daß bei einstündlicher Einwirkung von 39,7 °C Außentemperatur die Hauttemperatur auf dem Rücken der Schweine mit weißer Haut 39,8 °C, der mit pigmentierter Haut 41,1 °C betrug. Daraus ist zu folgern, daß durch die pigmentierte Haut mehr Wärme absorbiert wird als durch die weiße.

d) Sekretion des Magens und der Pankreasdrüse

Den Einfluß hoher Temperaturen in Kombination mit physischen Belastungen auf die Sekretion des Magens und der Pankreasdrüse bei verschiedenen Ernährungsweisen schildern Putilin und Skaritzkaja (19). Der Versuch an Hunden zeigte, daß die Sekretion bei hohen Temperaturen und physischer Belastung verringert war.

e) Motorische Reaktion des Darmes

Ssetschenow (27) folgerte aus Versuchen über die Bedeutung der thermischen Einflüsse auf die motorische Reaktion des Darmes, daß sich der Darm bei Kälteeinwirkung kontrahiert, die Wärme andererseits die Darmperistaltik fördert und eine rhythmische Tätigkeit des Darmes bedingt.

2. Luftfeuchtigkeit

Die biologische Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf den Organismus hängt eng mit Temperatur und Luftbewegung zusammen, da die Luftfeuchtigkeit die Schweißsekretion und damit die Wärmeregulation beeinflußt. Bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft erfährt die Wärmeabgabe durch Verdunstung erklärlicherweise eine Verminderung. Kommt dazu noch hohe Lufttemperatur, so tritt leicht die Gefahr einer Wärmestauung auf.

Aber nicht nur feuchte Wärme, sondern auch feuchte Kälte bildet nach Zorn (33) eine Gefahr für den Organismus. Während feucht-warme Luft, wie bereits erwähnt, die Abgabe von Wärme durch Verdunstung und dadurch auch Futteraufnahme und Verwertung verschlechtert, entzieht umgekehrt feucht-kalte Luft dem Tierkörper zu viel Wärme.

3. Luftbewegung

Der Einfluß der Luftbewegung auf den Organismus erstreckt sich vor allem auf die Wärmeabgabe, indem die Luftbewegung die Wärmeleitung und Strömung vergrößert. Sie hat also eine große Bedeutung für die Wärmeregulierung. Wird die Haut durch die Luftbewegung zu sehr abgekühlt, so tritt leicht die Gefahr einer Erkältung ein.

4. Sonnenbestrahlung

Palmer (18) stellt fest, daß die Sonnenstrahlen eine Steigerung der Körpertemperatur hervorrufen können. So wurden von ihm bei Schweinen, die der Sonne ausgesetzt waren, Körpertemperaturen über 40 ^{o} C festgestellt.

Tidwell und Fletcher (29) prüften die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Körpertemperatur und Atemfrequenz in einem Versuch, den sie

mit vier polnischen und vier Duroc-Schweinen durchführten. Es zeigte sich, daß keine Korrelation zwischen Lufttemperaturen oder relativer Feuchtigkeit und dem Körpergewicht der Schweine bestand. Die Signifikanz der nach 30 min. langem Einwirken erzielten Temperaturerhöhungen war größer als die der nach 15 min. langem Einwirken erhaltenen Werte. Der durchschnittliche Anstieg der Körpertemperatur war bei der polnischen Rasse sowohl bei 15 wie bei 30 min. langem Einwirken der Bestrahlung signifikant höher als bei der Duroc-Rasse. Die polnische Rasse zeigte einen Anstieg von 0,56 ° C bei der 15 min. und von 1,04 ° C bei der 30 min. langen Bestrahlung. Die durchschnittlichen Temperaturanstiege bei der Duroc-Rasse betrugen bei der 15 min. langen Lichteinwirkung 0,46 ° C und bei der 30 min. langen 0,93 ° C. Die Unterschiede im Ansteigen der Atemfrequenz waren statistisch sehr deutlich. Während der 15 min. Bestrahlung betrug der Anstieg der Atemfrequenz bei der polnischen Rasse 25,2 Atemzüge mehr als bei der Duroc-Rasse. Bei der 30 min. langen Bestrahlung war der Unterschied geringer: die polnische Rasse hatte nur 8,5 Atemzüge pro Minute mehr als die Duroc-Rasse. Das Geschlecht der Tiere bewirkte keinen deutlichen Unterschied hinsichtlich des Ansteigens der Atemfrequenz.

5. Abkühlung

In wieweit eine Abkühlung mit Wasser die Körpertemperatur beeinflußt, untersuchten Bray und Singletary (3). Sie berichteten, daß Schweine auf Weiden ohne Suhlen eine Körpertemperatur von 40,1 ° C an heißen Tagen zeigten. Zur selben Zeit hatten Schweine, die sich suhlen konnten, eine Temperatur von 38,9 ° C.

B. EINFLUSS DER UMWELTFAKTOREN AUF DIE MAST

Auf Grund der Tatsache, daß die Umweltfaktoren den Organismus beeinflussen, ist zu folgern, daß sie auch einen Einfluß auf die Mast haben müssen.

1. Lufttemperatur und -feuchtigkeit

Über optimale Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte für eine wirtschaftliche Mast sind viele Angaben gemacht worden. Sie sind aber, wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, sehr unterschiedlich.

Ober (16) empfiehlt 10 °C als günstigste Temperatur für die Schweinemast. Zorn (33) hält eine Temperatur von 12 ° für optimal. Schmidt u.a. (24) geben Temperaturen von 10 °C bis 20 °C, Cords-Parchim (5) solche von 8,0 °C bis 12,0 °C, Nusshag (15) Temperaturwerte zwischen 10 °C und 15,0 °C an. Heitman und Hughes (9) fanden bei ihren Versuchen, die sie mit vier Rassen (Bershire, Durocs, Hampshire und Polandchinas) durchführten, daß die günstigste Temperatur für die Mast bei schweren Schweinen ab 150 kg 16,0 °C beträgt, für leichte Schweine (45 kg) 23,0 °C. Diese Werte wurden aus 24 Experimenten, die mit 94 Schweinen durchgeführt wurden, errechnet. Die Luftfeuchtigkeit wurde hierbei, so weit es die Einrichtung erlaubte, bei ca 50 % gehalten. Die Luftbewegung war bei allen Versuchen gleich und zwar 7,5 m/sec.

Stahl (26) und Mitarbeiter veröffentlichten Versuchsergebnisse, nach denen Temperaturen von + 11,0 °C bis + 12,0 °C im Winter gleich hohe Zunahmen wie solche von + 18,0 °C bis + 23,0 °C im Sommer erbringen.

Wöhlbier (32) und Mitarbeiter gingen bei ihren Versuchen gleichzeitig der Frage nach, ob die ggf. ungünstigen Einwirkungen der niedrigen Temperatur durch eine Antibiotikafütterung ausgeglichen werden können. Sie prüften drei Gruppen von Schweinen. Gruppe I und II wurden bei 10,0 °C Stalltemperatur gehalten, während Gruppe III einer Stalltemperatur von 20,0 °C zu Beginn der Mast abgestuft bis 16,0 °C gegen Ende der Mast ausgesetzt wurde. Gruppe II erhielt eine Antibiotikumzulage. Das Ergebnis war folgendes: die Erhöhung der Stalltemperaturen von durchschnittlich 10,0 °C auf abgestuft + 20,0 °C bis + 16,0 °C erhöhte die Gewichtszunahme um 13 %. Die etwa gleiche Wirkung hatte die Antibiotikumfütterung mit rund 10 % Gewichtszunahme. Der Versuch zeigte obendrein, daß die hohen Zunahmen in Gruppe III mit dem günstigen täglichen Futterverbrauch verbunden waren. Außerdem wurde eine gleichmäßigere Entwicklung besonders im Jugendstadium festgestellt. Die Futterverwertung war bei der Mast bei einer Temperatur von + 20,0 °C bis + 16,0 °C

um 14 % besser als bei 10,0 °C. Selbst gegenüber der Gruppe mit Antibiotikafütterung ergab sich ein Unterschied von 9 %. Ein weiterer Versuch zur Klärung der Beziehungen von Klima und Gewichtszunahme wurde von Hazen (8) am Iowa State College durchgeführt. Der sogenannte Iowa-Test besagt, daß der kritische Punkt, bei dem die Behaglichkeit der Schweine zu leiden scheint, ungefähr bei 27,0 °C liegt (dieser Durchschnitt schließt Tages- und Nachttemperaturen ein).

Im Sommer 1957 wurden dort 108 Schweine von 37 kg auf 68 kg gemästet, und zwar eine Gruppe in einem Aluminiumstall mit einer durchschnittlichen Temperatur von 29,0 °C während der acht Sommermonate. In den Stahl- und Holzställen war die Temperatur um 1,1 °C höher. Die bei den niedrigeren Temperaturen gehaltenen Schweine nahmen täglich um 46,5 g mehr zu.

In einem 1956 ebenfalls in Iowa durchgeführten Versuch betrug die niedrigste Durchschnittstemperatur im Holzstall 27,0 °C. Im Stahlstall war die Temperatur um 0,9 °C höher. Während dieser Zeit wurden 72 Schweine von 49 kg auf 95 kg gemästet. Die Schweine nahmen in den Holzställen ca 77,5 g täglich mehr zu als in den wärmeren Stahlställen.

1955 wurden nochmals 72 Schweine von 54,4 kg auf 94,6 kg gemästet. In dieser Zeit betrug die durchschnittliche Temperatur in den Aluminiumställen in Tierhöhe 27,1 °C. In den Stahlställen war die Temperatur um ca 1,4 °C höher. Die in den kühleren Ställen gehaltenen Schweine nahmen täglich 62 g mehr zu als die in den wärmeren Ställen.

H. Wagenbachs (31) Versuche ergaben die besten Zunahmen bei einer Durchschnittstemperatur von 22,8 °C. In einem weiteren von ihm durchgeführten Versuch, bei dem er zwei Gruppen, die bei 9,7 °C und 21,0 °C gehalten wurden, prüfte, lagen die höheren Zunahmen bei 21,0 °C. In dem von ihm 1953 durchgeführten Versuch wurden die Schweine bei 11,6 °C und 23,2 °C gemästet. Die Schweine im Gewicht von 40 kg bis 60 kg und von 60 kg bis 80 kg zeigten bei 23,2 °C die besten täglichen Zunahmen. Tiere über 80 kg zeigten dagegen bei dieser Temperatur ein Absinken der Zunahmen.

C. Otte (17), dem die Feststellung der täglichen Zunahmen der von ihm gemästeten Schweine aus Mangel an Hilfskräften und wegen der mit einer täglichen Wiegung verbundenen Unruhe im Stall nicht möglich war, versuchte über die von einem Schwein in einer Minute aufgenommene Futtermenge sowie die gesamte Freßzeit zu einer täglichen Leistungsgröße zu kommen.

Die Ergebnisse seiner Versuche lassen erkennen, daß bei steigender Temperatur die Menge der Futteraufnahme sinkt und daß umgekehrt, fallende Temperaturen die Höhe der Futteraufnahme ansteigen lassen. Siegl (25) bestätigte durch einen Versuch über die Beziehungen zwischen Stalltemperatur und Mastleistung, den er mit Schweinen von vier verschiedenen Rassen durchführte, die Annahme Hensels (20), daß die optimalen Temperaturen auch im wesentlichen an Art und Rasse gebunden zu sein scheinen. Es zeigte sich, daß Mastschweine verschiedener Rassezugehörigkeit mit ihren zum Teil recht unterschiedlichen physiologischen Reaktionen differierende Zusammenhänge zwischen Temperatur und Mastleistung erkennen ließen. In dem von ihm durchgeführten Versuch zeigten die veredelten Landschweine gegenüber den Edelschweinen entschieden stärkere Reaktionen auf Temperaturveränderungen. Bei ungefähr gleicher mittlerer Tageszunahme und Durchschnittstemperatur waren bei dem für die veredelten Landschweine festgestellten Korrelationsfaktor bereits 9,8 % der veränderten Tageszunahme auf Temperaturveränderung zurückzuführen. Die Sattelschweine lagen in ihrer mittleren Tageszunahme den Cornwalls sehr nahe. Anders wird der Futteraufwand bei den einzelnen Rassen durch die Temperatur beeinflußt. Hier zeigte es sich, daß die Cornwalls bei Temperaturrückgang am schwersten in Mitleidenschaft gezogen wurden. 1,0 °C Temperaturabfall bedeuteten bei ihnen einen Mehrverzehr von 57 g Trockenfutter zur Erzeugung von einem Kilo Gewichtszuwachs. Die Futterverwertungsresultate bei Sattelschweinen, Edelschweinen und veredelten Landschweinen wurden dagegen nur wenig durch Temperaturveränderungen beeinflußt.

Die Angaben über die Bedeutung der optimalen Luftfeuchtigkeitswerte für eine wirtschaftliche Mast sind nicht so unterschiedlich wie die über die Temperaturwerte. Nach Zorn (33) soll die Luftfeuchtigkeit 70 % als Optimum betragen, über 80 % aber nicht hinausgehen.

Rolle (22) gibt als noch ertragbare Grenze 85 % an. Sybel und Ober (28) geben 70 % als günstigen Luftfeuchtigkeitswert an.

Cords-Parchim (5) fordert zu bestimmten Stalltemperaturen bestimmte Luftfeuchtigkeitswerte:

bei 8,0 °C - 85 % Luftfeuchte
bei 10,0 °C - 80 % Luftfeuchte
bei 12,0 °C - 80 % Luftfeuchte
bei 14,0 °C - 75 % Luftfeuchte
bei 16,0 °C - 70 % Luftfeuchte.

2. Abkühlung

Um Mastschweinen sowie trächtigen und säugenden Sauen bei heißen Sommertemperaturen günstige Lebensbedingungen zu schaffen, wurden Versuche durchgeführt, bei denen eine Herabsetzung der Körpertemperatur durch Abkühlung mit Wasser (Bad oder Nebel-Spray-System) herbeigeführt werden sollte /Andrew, Colver und Conrad (1)/. Es wurden drei Gruppen von je zwölf Duroc-Schweinen von durchschnittlichem Anfangsgewicht von 59,9 kg untersucht, die in gleichgroßen aus Holz konstruierten und mit einem Sperrholzdach überdachten Boxen von 3,6 x 4,6 m Größe untergebracht waren. Die erste Boxe diente den Kontrolltieren, die beiden anderen den Versuchstieren als Unterkunft. Die zweite Boxe enthielt einen tragbaren Stahltrog (1,52 x 3,04 m x 0,25 m), der täglich mit Wasser frisch gefüllt und gereinigt wurde. Die dritte Boxe war mit drei Nebel-Spray-Düsen ausgestattet, von denen jede einen feinen Wassernebel von 4,51 l/h erzeugte. Das Spraysystem wurde durch einen Thermostaten und durch ein Solenoidventil reguliert. Der Thermostat war so eingestellt, daß er das Ventil bei einer Lufttemperatur von 22,2 °C öffnete. Sank die Temperatur, so wurde das Spray-System automatisch abgestellt.

Die abgekühlten Schweine nahmen täglich ca 90,6 g mehr zu als die Schweine der Kontrollgruppe, die nur Schatten zur Verfügung hatten.

Ungefähr die gleiche Mehrzunahme an Gewicht war bei den Schweinen zu verzeichnen, die den Wassertrog zur Abkühlung benutzen konnten. Ein anderer von Andrews, Culver und Noffsinger (2) durchgeführter Versuch zeigte, daß Mastschweine, die bei Temperaturen von über 29,3 °C in den Genuß von Nebel-Spray kamen, ca 125,9 g bis 181,2 g mehr täglich zunahmen als nicht abgekühlte Schweine.

Versuche von Garrett, Bond und Kelly (6) zeigen, daß hinsichtlich der Entwicklung der Schweine Unterschiede bei beschatteten und unbeschatteten Wasserbecken auftreten. Die Ergebnisse der von ihnen durchgeführten Versuche zeitigten einen beständigen und signifikanten Anstieg in der täglichen Gewichtszunahme und im täglichen Futterverbrauch bei Schweinen mit beschattetem Becken.

Rektaltemperatur und Atemfrequenz waren höher bei Schweinen mit unbeschattetem Becken. Die Wassertemperatur des beschatteten Beckens lag um 5,0 °C tiefer.

III. EIGENE VERSUCHE

A. KLIMAKAMMERVERSUCHE

Anhand dieser Versuche soll der Einfluß verschiedener Temperaturen sowie der Luftfeuchtigkeit auf die tägliche Gewichtszunahme sowie auf die Futterverwertung der Schweine untersucht werden.

1. Mastversuch mit zusätzlicher Wärmezufuhr (bei 6 - 8 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C)

Als Versuchstiere dienten 40 Schweine, und zwar 20 männliche und 20 weibliche veredelte deutsche Landschweine im Alter von ca vier Monaten, die in vier Gruppen von je 10 Tieren aufgeteilt wurden.

Haltungsbedingungen:

Die Schweine der Gruppe I wurden in zwei offenen Boxen von 2,00 m x 1,40 m Größe, die Schweine der Gruppen II, III und IV in Klimakammern gehalten. Die Maße der Kammern betrugen je 3,80 m x 2,60 m x 1,40 m. Die Wand bestand aus 5 cm dicken Brettern. Der Boden war mit 4 cm starken Brettern ausgelegt, die Decke mit einer 0,5 cm dicken Hartfaserplatte und ebenso dicken Lage Glaswolle bedeckt. An der Vorderseite der Kammern war eine Klappe von 60 cm x 80 cm Größe, in die ein Ventilator mit einer Motorleistung von 35 Watt zur Regelung der Temperatur eingebaut war. Die Temperaturen konnten mit einem Raumluftheizer von 2 250 Watt Leistung und 7 cbm Luftumwälzung pro Minute über zwei Kontaktthermometer und entsprechende Regler reguliert werden. Der CO_2-Gehalt wurde mit Hilfe des Drägerschen Gasapparates zweimal am Tage bestimmt. Er lag ständig unter 0,2 %. Es war somit genügend Frischluft vorhanden.

Messung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung:

Die Messung wurde mit Thermo-, bzw. Hygrographen bzw. mit einem Anemometer durchgeführt.

Fütterungstechnik:

Die Tiere konnten beliebig viel Trockenfutter aus einem Futterautomaten entnehmen. Bei der Vorrichtung handelte es sich um einen drehbaren Trichterautomaten, der aus verzinktem Blech bestand und auf einem runden Eisenbetonsockel angebracht war. Am Futtertrichter waren sieben Bügel befestigt, die in die Freßmulde hineinragten und die Schweine beim Fressen von einander trennen. Mit Hilfe der Bügel konnten die Schweine den Trichter im Kreis bewegen. Das Fassungsvermögen des Automaten betrug ungefähr 60 kg.

Die Anwendung dieses Automaten erwies sich als sehr nachteilig. Die Schweine schleuderten zu viel Futter heraus. Hierdurch wurde sehr viel Futter verschwendet.

Versuchsdurchführung:

Der Versuch dauerte vom 25. November 1958 bis zum 10. Februar 1959, d.h. 78 Tage.

Wöchentlich wurde eine Wiegung durchgeführt. Gewichtszunahmen siehe Tabelle 1 - 4.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit:

Die Temperatur betrug in den Boxen bzw. Kammern wie folgt:

Gruppe I	6,0 °C - 8,0 °C
Gruppe II	10,0 °C
Gruppe III	15,0 °C
Gruppe IV	20,0 °C

Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte bei

Gruppe I	zwischen 70 % und 80 %
Gruppe II	zwischen 70 % und 85 %
Gruppe III	zwischen 80 % und 85 %
Gruppe IV	zwischen 80 % und 85 %

Die Luftbewegung betrug in 0,5 m Bodenhöhe 0,2 m - 0,3 m pro Sekunde bei laufendem Ventilator.

Fütterung:

Die Schweine wurden mit DLG-Schweinemastleistungsfutter gefüttert und zwar bis zu einem Gewicht von 70 kg mit Futter für Anfangsmast, ab 70 kg mit Schweinemastfutter für Endmast. Die Zusammensetzung des Futters war wie folgt:

Für die Anfangsmast bis 70 kg

30 % Gerste geschrotet
16 % Mais geschrotet
15 % Roggenkleie
15 % Weizenkleie
10 % Hafer geschrotet
3 % Johannisbrotschrot
2 % Luzernegrünmehl
1 % Mineralstoffmischung II a mit Spurenelementen
8 % Eiweißvormischung
35 % Fischmehl
30 % Fischheringsmehl
15 % Sojaschrot extr.
10 % Tierkörpermehl
5 % fish solubes, einged.

Registrieranalyse:

16,1 % Rohprotein
2,7 % Fett
6,6 % Rohfaser

Für die Endmast

30 % Gerste geschrotet
20 % Mais geschrotet
20 % Roggenkleie
10 % Hafer geschrotet
10 % Weizenkleie
3 % Johannisbrotschrot
2 % Luzernegrünmehl
1 % Mineralstoffmischung II a mit Spurenelementen
4 % Eiweißvormischung
30 % Fischmehl
25 % Fischheringsmehl
15 % Sojaschrot extr.
10 % Tierkörpermehl
10 % fish solubes, einged.

Registrieranalyse:

14,4 % Rohprotein
2,6 % Fett
6,1 % Rohfaser

Der Futterverbrauch war in den einzelnen Gruppen mit 2.550 kg gleich.

Tabelle 1

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe I (6,0 °C - 8,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:	25.11.	2.12.	9.12	16.12	23.12	30.12
11	43,5	45,5	47,5	51,1	55,1	58,5
12	51,5	53,5	58,5	62,3	67,0	69,0
13	48,0	52,5	57,2	63,5	69,0	71,0
14	40,5	42,5	45,5	49,3	53,0	54,8
15	46,5	53,5	58,5	63,7	70,0	74,5
16	44,0	49,0	52,5	58,5	62,5	68,5
17	45,2	48,7	52,0	57,5	60,2	64,8
18	48,2	50,5	53,2	58,0	62,5	64,2
19	44,5	48,5	53,5	58,5	59,5	65,0
20	40,0	44,5	48,5	52,8	55,5	60,0
Gesamtgew. in kg:	451,9	488,7	526,9	575,2	614,3	650,3
	6.1.	13.1.	20.1.	27.1.	3.2.	10.2.
11	65,0	69,0	72,1	76,0	79,5	83,0
12	68,0	73,9	77,0	81,5	83,5	88,0
13	77,0	82,2	87,0	94,0	99,5	105,0
14	58,0	64,8	70,0	73,5	79,5	85,5
15	73,5	81,8	86,0	91,0	95,0	99,5
16	70,1	73,0	79,4	83,2	87,5	88,1
17	68,5	71,6	75,0	80,5	85,0	89,0
18	67,5	70,8	75,5	78,0	77,0	82,0
19	70,5	74,0	80,5	83,2	88,5	91,0
20	64,0	68,0	74,0	78,1	84,0	88,5
Gesamtgew. in kg:	682,1	729,1	776,5	819,0	859,0	899,6

Tabelle 2

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe II (10,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:		25.11.	2.12	9.12	16.12	23.12	30.12
	51	50,5	56,0	60,5	65,8	70,8	76,5
	52	50,5	49,5	56,5	60,8	65,5	66,5
	53	46,5	48,0	54,0	59,8	64,8	66,0
	54	45,0	50,0	53,5	58,8	62,8	67,5
	55	50,5	50,5	57,5	61,1	66,0	70,0
	56	53,0	52,0	59,5	66,2	71,5	74,3
	57	40,0	43,5	46,0	48,0	52,0	53,8
	58	47,7	52,0	57,0	60,0	65,8	70,2
	59	58,0	59,5	64,5	70,0	75,0	76,0
	60	49,1	54,0	59,0	61,5	66,1	69,8
Gesamtgew. in kg:		490,8	515,0	568,0	612,0	660,3	690,6
		6.1.	13.1.	20.1.	27.1.	3.2.	10.2.
	51	81,0	86,1	86,1	93,5	95,5	100,0
	52	71,0	76,1	80,5	87,1	91,0	97,1
	53	75,5	81,0	86,1	93,5	100,5	107,5
	54	73,1	77,1	81,1	88,5	94,5	100,0
	55	73,5	79,0	84,8	90,5	93,5	98,0
	56	79,5	85,1	88,5	94,5	94,5	101,0
	57	59,6	63,0	67,5	72,0	76,5	81,0
	58	75,0	80,1	82,8	89,1	93,0	96,1
	59	78,0	80,1	85,5	88,5	92,1	100,0
	60	76,0	81,0	87,1	92,0	92,0	101,0
Gesamtgew. in kg:		742,2	788,6	830,0	889,2	923,1	981,7

Tabelle 3

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe III (15,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:	25.11.	2.12.	9.12.	16.12.	23.12.	30.12.
31	53,0	58,0	62,0	66,6	72,5	78,0
32	51,5	62,0	68,5	76,3	82,3	88,5
33	53,0	56,0	60,5	65,0	68,5	73,5
34	48,0	51,0	55,0	59,5	63,1	67,5
35	56,0	60,5	65,5	70,0	73,5	80,5
36	62,0	67,0	71,0	74,0	78,5	80,8
37	51,5	55,5	58,5	62,6	67,3	67,5
38	52,5	57,0	59,0	63,0	64,5	66,8
39	52,5	57,0	62,0	66,1	71,0	75,0
40	53,5	58,0	63,5	68,5	74,0	80,5
Gesamtgew. in kg:	533,5	582,0	625,0	671,6	715,2	758,6

	6.1.	13.1.	20.1.	27.1.	3.2.	10.2.
31	83,2	89,8	98,5	102,5	108,0	113,0
32	83,2	94,0	102,5	108,5	113,5	118,1
33	77,1	81,1	85,1	90,0	97,8	104,1
34	72,0	73,0	75,7	81,5	84,1	92,0
35	86,0	90,0	96,0	102,0	108,5	113,0
36	83,5	84,5	89,0	91,1	94,0	97,0
37	74,5	76,1	81,8	83,5	91,5	98,0
38	70,5	73,0	76,6	79,5	84,0	87,5
39	77,1	83,1	85,2	90,0	93,8	100,0
40	86,0	85,8	92,5	98,0	103,3	108,5
Gesamtgew. in kg:	793,1	830,4	882,9	926,6	978,5	1.031,2

Tabelle 4

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe IV (20,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:	25.11.	2.12.	9.12.	16.12.	23.12.	30.12.
21	50,5	55,1	60,0	63,0	68,0	72,0
22	55,0	55,5	60,2	62,6	67,5	71,5
23	46,0	52,2	58,0	63,9	68,1	72,5
24	58,5	61,5	70,5	74,0	80,0	85,0
25	48,7	51,0	55,0	59,5	65,0	68,0
26	44,0	49,0	55,0	59,9	65,0	68,0
27	57,5	63,1	67,5	72,0	77,0	80,2
28	57,0	62,1	66,5	72,0	78,0	82,0
29	45,5	61,5	67,0	70,0	76,0	81,1
30	51,5	53,2	59,5	62,4	67,0	70,5
Gesamtgew. in kg:	514,2	564,2	619,2	659,3	711,6	750,8

	6.1.	13.1.	20.1.	27.1.	3.2.	10.2.
21	78,0	82,1	86,6	91,0	95,1	101,5
22	78,0	82,8	88,0	90,0	96,1	101,0
23	80,5	84,5	90,5	96,0	100,5	105,0
24	91,5	96,6	104,5	107,5	112,5	117,1
25	73,0	78,1	83,1	86,1	90,0	93,5
26	73,0	78,5	84,0	87,1	90,0	95,0
27	86,0	90,5	95,0	98,1	104,5	107,5
28	87,0	92,0	96,0	99,5	102,5	106,0
29	87,8	92,5	98,6	101,0	105,2	108,1
30	74,5	80,5	83,5	87,0	92,5	94,1
Gesamtgew. in kg:	809,3	858,1	909,8	943,3	988,9	1.028,8

Die wöchentliche Gewichtszunahme der Schweine der einzelnen Gruppen insgesamt ist aus nachstehender Tabelle 5 zu ersehen:

Tabelle 5

	I (6,0 °- 8,0 °)	II (10,0 °)	III (15,0 °)	IV (20,0 °)
1. Woche	36,8	24,2	48,5	50,0
2. Woche	38,2	53,0	43,0	55,0
3. Woche	48,3	44,0	46,6	40,1
4. Woche	38,8	48,3	43,6	52,3
5. Woche	36,0	30,3	43,4	39,2
6. Woche	31,8	51,6	34,5	58,5
7. Woche	47,0	46,4	37,3	48,8
8. Woche	47,4	41,4	52,5	51,7
9. Woche	42,5	59,2	43,7	33,5
10. Woche	40,0	33,9	51,9	45,6
11. Woche	40,6	58,6	52,7	39,9
Gesamtgewichts-zunahme in kg:	447,1	490,9	497,7	514,6

Wie aus der Tabelle 5 zu ersehen ist, lagen die besten wöchentlichen Gewichtszunahmen bis zur siebten Woche der Mast bei 20,0 ° C. Von der achten Woche an lagen die Zunahmen bei 15,0 ° C, von der neunten Woche ab die Zunahmen bei 10,0 ° C höher. Die Zunahmen der Schweine, die bei 6,0 ° C gehalten wurden, waren in allen Wochen niedriger.

Tabelle 6

Tägliche Gewichtszunahme in kg in verschiedenen Gewichtsabschnitten bei 6,0 °C - 8,0 °C, 10,0 °C, 15,0 °C, 20,0 °C Stalltemperatur

Gruppe	Temperatur	50 kg - 60 kg	60 kg - 80 kg	80 kg -110 kg
I	6°-8 °C	0,564	0,596	
II	10 °C	**0,595**	**0,590**	**0,702**
III	15 °C	**0,629**	0,633	0,652
IV	20 °C	0,645	0,712	**0,620**

Die Tabelle 6 zeigt, daß die günstigste Temperatur für Schweine von 50 kg - 60 kg und 60 kg - 80 kg Körpergewicht bei 20 °C liegt mit 0,645 bzw. 0,712 kg täglicher Gewichtszunahme.

Die Temperaturen von 6 °C - 8 °C waren für diese beiden Gewichtsabschnitte absolut zu niedrig, wie die Zunahme von 0,564 kg und 0,596 kg pro Tag zeigten. Bei 10 °C und 15 °C betrugen die täglichen Gewichtszunahmen im Gewichtsabschnitt von 50 kg - 60 kg **0,595** kg bzw. **0,629** kg, im Gewichtsabschnitt von 60 kg - 80 kg **0,590** kg bzw. 0,633 kg. Sie waren also niedriger als bei den Schweinen, die bei 20 °C gehalten wurden.

Tabelle 7

Gesamtfutterverbrauch, Gesamtgewichtszunahme, täglicher Futterverbrauch und tägliche Gewichtszunahme sowie Futterverwertung der bei verschiedenen Temperaturen gehaltenen Schweine

	I 6 ° - 8 ° C	II 10 °	III 15 °	IV 20 °
Gesamtfutterverbrauch in kg:	2 550	2 550	2 550	2 550
Gesamtgewichtszunahme in kg:	447,4	490,9	497,7	514,6
Täglicher Futterverbrauch in kg:	3,269	3,269	3,269	3,269
Tägliche Gewichtszunahme in kg:	0,574	0,629	0,638	0,659
Futterverwertung:	5,695	5,197	5,123	4,960

Wie die Tabelle 7 zeigt, war der Futterverbrauch in allen Gruppen mit 2550 kg gleich, somit auch der tägliche Futterverbrauch mit 3,269 kg.

Die Gewichtszunahme war bei Gruppe IV mit einer Stalltemperatur von 20 ° C mit 514,6 kg deutlich am besten. Die Gesamtgewichtszunahmen der Gruppen II und III, die bei 10 ° C bzw. 15 ° C gehalten wurden, war fast gleich wie die Werte 497,7 und 490,9 zeigen. Die tägliche Gewichtszunahme war mit 0,659 kg am besten bei 20 ° C. Bei 10 ° C und bei 15 ° C waren mit 0,629 kg bzw. 0,638 kg ziemlich gleiche Gewichtszunahmen zu verzeichnen.

Bei 6 ° C - 8 ° C Stalltemperatur betrug die tägliche Gewichtszunahme nur 0,574 kg. Sie lag also deutlich niedriger als bei den anderen Stalltemperaturen.

Die Futterverwertung war mit 4,960 am besten bei den bei 20 ^{o} C gehaltenen Schweinen. Die schlechteste Futterverwertung zeigten die Schweine, die bei 6 ^{o} C - 8 ^{o} C gehalten wurden mit 5,695. Leider war die Futterverschwendung, wie bereits geschildert wurde, ziemlich groß, sodaß die gefundenen Werte etwas ungenau sind.

2. Mastversuch unter Ausnutzung der Eigenwärme (bei 15 ^{o} C und 20 ^{o} C)

Versuchsmethodik:

Als Versuchstiere dienten zwanzig veredelte deutsche Landschweine im Alter von ca 4 Monaten und einem Anfangsgewicht von ca 50 kg.

Haltungsbedingungen:

Die Schweine wurden in Klimakammern (zehn Schweine in jeder Kammer) wie in Versuch 1 gehalten. Zum Unterschied von Versuch 1 befand sich in der Decke der Kammern je eine 60 cm x 80 cm große Öffnung, die mit einem Draht verschlossen und mit einer 15 cm dicken Schicht Heu bedeckt wurde, durch die frische Luft in die Kammern durchsickern konnte. An der Vorderseite der Kammern war eine Klappe von gleicher Größe, in die ein Stallhochleistungslüfter mit einer Motorleistung von 35 Watt und einer Stundenleistung von 1.490 m^3 Luft eingebaut war.

Der Hochleistungslüfter war mit einem Thermostat gekoppelt, der mit Hilfe eines Bimetallthermometers die Temperatur konstant hielt. Im Gegensatz zu Versuch 1, bei dem mit Hilfe des Ventilators frische Luft in die Kammer hineingeblasen wurde, wurde hier die warme Luft durch den Ventilator hinausbefördert. Für die Erwärmung der Kammern wurde die Eigenwärme der Schweine ausgenutzt.

Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit:

Sie wurden mit Thermo- bzw. Hygrographen (8-Tageschreiber) gemessen.

Fütterungstechnik:

Sie entsprach der Durchführung in Versuch 1.

Versuchsdurchführung:

Die Schweine wurden wurden vom 14. 2. 60 bis 5. 5. 60, d. h. 85 Tage in Versuch gehalten und die wöchentlichen Gewichtszunahmen durch Wiegung festgestellt (siehe Tabelle 8 und 9).

Fütterung:

Gefüttert wurden die Schweine mit DLG-Schweinemastfutter, das sich wie folgt zusammensetzt:

30 % Gerste geschrotet
20 % Mais geschrotet
10 % Futterweizen geschrotet
10 % Roggenfuttermehl
5 % Tapiokamehl
5 % Melasse
4 % Nebenerzeugnisse der Maststärkefabrikation "Maisarin"
1 % Mineralstoff II a
5 % Eiweißkonzentrat E 98 (Mischfutter)
27 % Fischmehl
27 % Sojaschrot
14,98 % Frischheringsmehl
13 % Tierkörpermehl
10 % Luzerne-Grasgrünmehl
8 % Erdnußschrot, extr.
0,02 % Vitamin B-Konzentrat geb. an extr. Sojaschrot

Wertbestimmende Bestandteile:

13,6 % Rohprotein
4,3 % Rohfaser
3,1 % Fett
10,1 % Zucker

Der Gesamtfutterverbrauch betrug bei Gruppe I 3.050 kg und bei Gruppe II 2.412,50 kg.

Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung:
Die Temperaturen betrugen bei Gruppe I 15 ^{o} C, bei Gruppe II 20 ^{o} C. Die Luftfeuchtigkeit war in beiden Kammern gleich und betrug im Durchschnitt 75 %. Die Luftbewegung betrug in 0,5 m Bodenhöhe 0,15 m/sec.

Tabelle 8

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe I(15,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:	11.2.	18.2.	25.2.	3.3.	10.3.	17.3.	24.3.
1	50,0	56,5	60,0	65,0	68,5	75,0	80,0
2	49,0	56,0	61,5	65,5	71,0	76,0	82,0
3	56,5	61,5	67,0	71,0	73,5	79,5	84,5
4	48,0	53,0	57,0	60,5	63,5	69,0	75,0
5	50,0	54,0	58,0	62,0	64,0	70,5	77,5
6	53,0	61,0	66,5	73,0	76,0	83,5	90,0
7	45,5	50,0	55,0	60,0	62,5	69,0	74,0
8	51,5	57,0	63,0	66,5	67,0	72,5	77,0
9	51,5	56,0	60,0	64,5	65,5	71,0	76,0
10	52,5	47,5	53,0	56,0	60,0	64,5	69,5
Gesamtgew. in kg:	507,5	552,5	601,0	644,0	671,5	730,5	785,5

	31.3.	7.4.	14.4.	21.4.	28.4.	5.5.
1	85,0	91,0	95,0	102,0	108,5	113,5
2	86,0	92,5	93,5	100,0	105,5	111,5
3	88,0	93,0	94,5	101,5	105,5	109,5
4	77,5	85,5	88,5	95,5	101,0	103,0
5	82,5	89,0	91,5	99,0	104,0	113,0
6	94,0	101,5	104,0	112,0	116,5	122,0
7	78,0	84,0	88,0	94,0	99,5	105,0
8	79,0	84,5	87,0	92,0	95,0	97,0
9	79,5	84,5	87,5	92,5	99,5	107,5
10	73,5	78,0	81,0	86,0	90,0	95,5
Gesamtgew. in kg:	823,0	883,5	910,5	974,5	1025,0	1077,5

Tabelle 9

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe II (20,0 °C Stalltemperatur)

Tag der Wiegung:	11.2	18.2.	25.2.	3.3.	10.3.	17.3.	24.3.
11	50,5	51,5	58,0	59,5	62,5	63,5	68,5
12	55,0	60,0	64,5	69,0	70,0	76,5	83,0
13	52,0	56,0	61,5	65,0	67,0	72,5	76,0
14	52,5	58,0	62,0	65,0	69,5	75,0	80,5
15	54,0	58,0	64,0	68,0	70,0	77,0	81,5
16	53,0	57,0	63,0	66,0	67,0	72,5	76,5
17	51,0	56,0	59,0	62,0	63,5	68,0	72,0
18	50,0	54,5	58,0	62,0	65,5	71,0	77,0
19	47,0	50,0	54,0	56,0	57,5	58,0	61,5
20	48,5	52,5	57,0	59,5	62,0	67,0	71,5
Gesamtgew. in kg:	513,5	553,5	601,0	632,0	654,5	701,0	748,0

	31.3.	7.4.	14.4.	21.4.	28.4.	5.5.
11	72,0	76,5	79,0	83,5	85,5	90,0
12	88,0	89,5	93,0	99,5	103,5	109,5
13	80,0	80,0	83,5	87,0	90,5	95,0
14	83,0	88,0	90,5	96,0	101,5	106,5
15	78,0	84,0	86,0	88,5	93,5	96,5
16	82,5	90,0	92,0	99,0	103,0	109,0
17	75,5	78,5	80,5	87,0	92,5	100,0
18	82,5	86,0	89,0	96,5	101,0	107,0
19	65,0	68,0	69,5	71,0	80,0	85,0
20	76,5	77,5	83,5	88,5	90,5	98,5
Gesamtgew. in kg:	783,0	818,0	846,5	896,5	941,5	997,0

Tabelle 10

Wöchentliche Gewichtszunahme in den einzelnen Gruppen in kg

	I 15°	II 20°
1. Woche	45,0	40,0
2. Woche	48,5	47,5
3. Woche	43,0	31,0
4. Woche	27,5	22,5
5. Woche	59,0	46,5
6. Woche	55,0	47,0
7. Woche	37,5	35,0
8. Woche	60,5	35,0
9. Woche	27,0	38,5
10. Woche	64,0	50,0
11. Woche	50,5	45,0
12. Woche	52,5	55,5
Gesamtgew. zunahme in kg	570,0	493,5

Die Tabelle 10 zeigt, daß in allen Wochen bessere Gewichtszunahmen bei einer Temperatur von 15°C zu verzeichnen waren. Auffallend ist die geringe Gewichtszunahme von nur 27,0 bzw. 38,5 kg in der 9. Woche, für die keine Erklärung gefunden wurde.

Tabelle 11

Tägliche Gewichtszunahmen in kg in verschiedenen Gewichtsabschnitten bei 15° und 20° C Temperatur:

Gruppe	Temperatur	50 kg-60 kg	60 kg-80 kg	80 kg-110 kg
I	15° C	0,650	0,639	0,744
II	20° C	0,600	0,501	0,603

Aus Tabelle 11 ist zu ersehen, daß im Gewichtsabschnitt von 80 kg - 110 kg genau wie im ersten Klimakammerversuch die Temperatur von 15 ° C günstiger ist als bei 20 ° C, wie die tägliche Zunahme von 0,744 kg gegenüber 0,603 kg bei 20 ° C zeigt. In den Gewichtsabschnitten 50 kg - 60 kg und 60 kg - 80 kg war die Zunahme im Gegensatz zu Versuch 1 bei 20 ° C geringer.

Tabelle 12

Gesamtfutterverbrauch, Gesamtgewichtszunahme, täglicher Futterverbrauch und tägliche Gewichtszunahme sowie die Futterverwertung der bei verschiedenen Temperaturen gehaltenen Schweine

	I 15 ° C	II 20 ° C
Gesamtfutterverbrauch in kg	3.050	2.412,50
Gesamtgewichtszunahme in kg	576	483,50
Tägl. Futterverbrauch in kg	3,588	2,838
Tägl. Gewichtszunahme in kg	0,677	0,568
Futterverwertung	5,289	4,996

Wie die Tabelle 12 zeigt, war der Futterverbrauch bei 20 ° C bedeutend niedriger als bei 15 ° C, somit auch der tägliche Futterverbrauch mit 2,838 kg gegenüber 3,588 kg bei 15 ° C. Die tägliche Zunahme lag entsprechend der Gesamtgewichtszunahme bei den Schweinen, die bei 15 ° C gehalten wurden, mit 0,677 kg pro Tag höher als bei den bei 20 ° gehaltenen Schweinen, deren tägliche Zunahme 0,568 betrug.

Die günstigere Futterverwertung dagegen zeigten die bei 20 ° C gemästeten Schweine mit 4,996 gegenüber 5,289 der bei 15 ° gemästeten Schweine.

B. VERSUCHE ÜBER DEN EINFLUSS DER ABKÜHLUNG DURCH WASSER AUF DIE MAST DER SCHWEINE

Anhand dieser Versuche sollte die Gewichtszunahme und Futterverwertung bei Mastschweinen geprüft werden, denen im Sommer bei hohen Außentemperaturen die Möglichkeit einer besseren Wärmeregulation durch Abkühlung in einem Wasserbecken gegeben war.

1. Versuch (1959)

Versuchsmethodik:

Als Versuchstiere standen 32 Schweine (veredelte deutsche Landschweine) im Alter von 3 Monaten aus vier Würfen zur Verfügung, die in zwei gleichgroße Versuchsgruppen verteilt wurden.

Haltungsbedingungen:

Es wurden je 16 Schweine in einem Auslauf gehalten. Der Versuch fand statt auf dem Gut Wilhelmsburg bei Wever, Kreis Paderborn.

Untergebracht waren die Schweine in einem festen Gebäude von dem sie jeweils in einen Auslauf gelangen konnten.

Größe des Stalles: 5,50 m x 3,00 m je Gruppe
Größe des Auslaufs: 10,00 m x10,00 m je Gruppe.

In dem Auslauf der Versuchsgruppe war ein Wasserbecken von 3,00 m x 4,00 m Größe eingebaut. Die Tiefe des Beckens betrug 0,40 m. Der Auslauf der Kontrollgruppe dagegen war ohne Becken.

Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit:

Sie wurden täglich mittels eines Max.-Min.-Thermometers sowie eines Hygrometers, die an der Außenwand des Stalles angebracht waren, gemessen und notiert.

Fütterungstechnik:

Die Schweine wurden zweimal am Tage gefüttert; beide Gruppen erhielten gleich viel Futter.

Versuchsdurchführung:

Der Versuch dauerte vom 27. 6. 59 bis zum 26. 9. 59, also 90 Tage. Die Schweine hatten ein Anfangsgewicht von ca 28 kg und wurden bei wöchentlicher Wiegung bis zu einem Endgewicht von ca 75 kg im Versuch gehalten. Ergebnisse der wöchentlichen Wiegungen siehe Tabelle 13 und 14.

Fütterung:

Die Schweine erhielten wirtschaftseigenes Futter, und zwar Kraftfutter, Molke sowie Steckrüben mit Blättern. Das Kraftfutter setzt sich wie folgt zusammen:

50 % Hafer - Gerste geschrotet
10 % Roggen - Gerste
10 % Paprika
12 % Fischmehl
5 % Sojaschrot
5 % Trocken-Gut
3 % Mineralstoffe
5 % Bierhefe

Jede Gruppe bekam davon vom 27. Juni 1959 bis 1. August 1959 täglich 20 kg auf zwei Mahlzeiten plus 40 l Molke. Vom 1. August 1959 ab bis zum 15. August 1959 wurde die Futterration auf 26 kg Kraftfutter und 60 l Molke erhöht. Ab 15. August 1959 bekam jede Gruppe zusätzlich täglich 15 kg Steckrüben und Blätter.

Trinkwasser stand den Schweinen unbegrenzt zur Verfügung.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit: (siehe Tabelle 17)

Die Lufttemperaturen waren während des Versuches ziemlich hoch. Während die höchste Tagesdurchschnittstemperatur bei 28 ^{o} C lag, betrug die niedrigste 10 ^{o} C. Die Luftfeuchtigkeitswerte schwankten zwischen 60 % und 80 %.

Tabelle 13

Gewichte der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen
Gruppe I (ohne Wasserbecken)

Tag der Wiegung:	27.6.	4.7.	11.7.	18.7	25.7.	1.8.	8.8.
1	23,0	24,5	26,5	28,0	32,5	35,0	38,0
2	33,0	36,0	40,0	44,0	48,0	51,0	53,5
3	38,0	41,0	44,5	48,0	52,0	56,5	60,0
4	34,0	37,5	41,5	45,5	48,5	52,0	56,5
5	27,0	29,5	33,0	36,5	39,0	43,0	47,5
6	31,0	33,5	36,5	39,5	42,5	46,0	51,0
7	23,5	25,5	27,0	29,5	33,0	36,0	39,0
8	24,0	26,0	28,5	31,0	32,5	36,5	40,0
9	26,5	29,5	31,5	34,5	37,5	41,0	44,0
10	25,5	27,5	30,0	32,5	36,0	39,5	42,0
11	27,0	29,0	32,0	34,0	37,5	40,0	43,5
12	34,0	37,0	41,5	46,0	49,5	53,0	57,0
13	35,5	39,0	43,0	47,0	52,0	56,0	61,0
14	25,0	27,5	29,0	32,0	35,5	38,0	41,0
15	23,0	25,0	26,5	29,0	32,5	35,0	39,5
16	29,0	31,5	34,5	38,0	41,5	45,0	48,0
Gesamtgew. in kg:	459,0	499,5	545,5	595,0	650,0	703,5	761,5
	15.8.	22.8.	29.8.	5.9.	12.9.	19.9.	26.9.
1	42,5	25,0	49,0	54,5	59,5	65,0	71,0
2	57,0	60,0	61,5	65,5	70,5	74,0	76,5
3	64,5	66,5	70,5	75,5	82,0	86,5	91,0
4	62,0	66,5	66,0	70,0	72,0	76,5	81,5
5	51,0	51,0	53,0	56,0	58,0	63,5	67,5
6	55,0	58,5	62,0	66,0	70,0	75,0	78,0
7	42,5	45,5	49,5	54,5	59,0	63,0	67,0
8	43,0	45,5	49,5	55,0	60,0	64,0	65,0
9	47,5	50,0	55,0	60,0	64,5	69,0	75,0
10	45,0	48,0	52,0	56,5	61,0	65,0	68,5
11	48,0	52,0	55,5	60,5	64,5	69,0	72,0
12	61,5	64,0	68,5	73,5	79,5	84,5	89,5
13	64,0	66,5	67,5	68,0	69,0	69,0	70,0
14	44,5	46,5	50,5	56,0	61,5	66,0	70,0
15	43,0	48,0	52,0	57,0	61,0	65,0	70,5
16	51,5	53,5	58,0	63,0	68,0	72,5	77,0
Gesamtgew. in kg	822,5	847,0	920,0	991,5	1060,0	1127,5	1190,0

Tabelle 14

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen
Gruppe II (mit Wasserbecken)

Tag der Wiegung:	27.6.	4.7.	11.7.	18.7.	25.7.	1.8.	8.8.
17	29,5	33,0	37,0	40,5	43,0	46,0	50,0
18	25,5	28,0	31,0	33,5	37,0	39,0	43,0
19	23,5	26,5	29,5	33,0	37,0	40,0	43,0
20	27,0	29,5	32,0	35,5	39,0	42,0	44,0
21	27,5	30,0	33,0	36,0	39,5	43,0	46,5
22	31,5	35,0	38,5	42,0	46,0	50,0	53,0
23	28,0	31,0	34,0	38,0	42,5	44,0	48,0
24	29,0	32,0	36,5	41,0	45,0	49,0	54,5
25	28,0	31,5	35,0	38,5	41,0	42,0	44,5
26	27,5	29,5	32,5	35,5	38,5	41,5	46,0
27	37,0	41,0	45,0	48,0	53,0	58,0	62,5
28	24,5	27,5	31,0	34,5	38,0	40,0	44,0
29	36,5	39,5	43,0	47,0	50,0	54,5	58,0
30	23,0	26,0	29,0	32,0	35,5	39,0	41,5
31	23,0	25,0	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0
32	33,0	37,0	40,0	43,5	46,0	50,0	52,5
Gesamtgew. in kg:	454,0	502,0	554,0	608,5	664,0	714,0	770,0

	15.8.	22.8.	29.8.	5.9.	12.9.	19.9.	26.9.
17	55,0	58,5	62,5	66,0	71,0	73,5	77,5
18	46,0	50,5	52,0	57,0	62,0	65,0	70,5
19	46,5	48,0	49,5	53,5	58,0	61,5	62,0
20	47,0	50,0	52,0	56,0	59,0	61,0	63,0
21	49,0	53,0	57,0	62,0	67,5	71,0	76,0
22	58,0	61,0	65,5	70,5	76,0	80,5	85,0
23	52,0	54,0	57,5	62,0	66,0	70,5	75,5
24	59,0	62,0	65,5	71,0	76,0	79,5	84,0
25	48,5	52,0	55,0	60,0	64,5	68,5	73,5
26	51,5	54,5	58,0	62,5	66,5	70,5	74,5
27	66,5	71,0	75,0	80,0	86,0	91,0	97,0
28	46,0	47,5	50,0	53,5	55,5	57,5	60,0
29	62,5	64,5	69,5	74,5	79,0	83,0	89,0
30	44,5	49,0	53,5	58,5	62,0	65,0	70,0
31	42,0	45,0	48,5	53,0	58,5	63,0	66,5
32	58,0	59,5	64,0	70,0	75,0	79,5	84,5
Gesamtgew. in kg:	832,0	880,0	935,0	1010,0	1082,5	1140,5	1208,5

Tabelle 15

Wöchentliche Gewichtszunahmen in den einzelnen Gruppen in kg sowie die tägliche Gewichtszunahme.

	I ohne Becken	II mit Becken
1. Woche	40,5	48,0
2. Woche	46,0	52,0
3. Woche	49,5	54,5
4. Woche	55,0	55,5
5. Woche	53,5	50,0
6. Woche	58,0	56,0
7. Woche	61,0	62,0
8. Woche	42,5	48,0
9. Woche	73,0	55,0
10. Woche	71,5	75,0
11. Woche	68,5	72,5
12. Woche	67,5	58,0
13. Woche	62,5	68,0
Gesamtgewichtszunahme in kg:	749,0	754,5
Tägl. Gewichtszunahme in kg:	0,519	0,523

Die Werte in Tabelle 15 zeigen, daß in diesem Freiluftversuch keine deutlichen Unterschiede in der Gewichtszunahme trotz hoher Außentemperaturen, wie aus Tabelle 17 zu ersehen ist, vorhanden waren. Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die Schweine bei den hohen Außentemperaturen zu Beginn des Versuches noch zu wenig Gewicht hatten und so das Wasser nicht zur Wärmeregulierung benötigten und aufsuchten, zum anderen darin, daß die Wassertemperatur zu hoch war (das Bekken war unbeschattet und das Wasser wurde nur zweimal während der Versuchszeit gewechselt). Obendrein ist zu berücksichtigen, daß den Schweinen nicht unbegrenzt Futter zur Verfügung stand. Beide Gruppen wurden gleich gefüttert.

Tabelle 16

Tägliche Gewichtszunahme in kg in verschiedenen Gewichtsabschnitten

Gruppe	30 kg-50 kg	50 kg-60 kg	60 kg-80 kg
I ohne Becken	0,477	0,478	0,602
II mit Becken	0,471	0,487	0,611

Tabelle 16 zeigt, daß in allen Gewichtsabschnitten eine geringgradig höhere Gewichtszunahme bei den Schweinen, denen ein Wasserbecken zur Verfügung stand, vorhanden war.

2. Versuch (1960)

Versuchsmethodik:

Als Versuchstiere dienten zwanzig veredelte deutsche Landschweine (zehn männliche und zehn weibliche). Die Tiere wurden im Alter von vier Monaten vom Händler gekauft.

Haltungsbedingungen:

Es wurden je zehn Schweine und zwar fünf männliche und fünf weibliche in einem Auslauf gehalten. Die Ausläufe lagen direkt nebeneinander im Institutsgelände an einer durch eine Garage windgeschützten Stelle. Die Größe der Ausläufe betrug je 100 m^2. Als Unterschlupf diente den Schweinen bei Regen und bei Nacht ein Dach von der Größe 10 m x 3,80 m je Auslauf. In dem Auslauf der Versuchsgruppe befand sich ein Wasserbecken aus Beton von der Größe 3 m x 4 m und einer Tiefe von ca 0,40 m. Zur einen Seite hin war das Becken abgeflacht, sodaß die Schweine bequem hineingehen konnten. Das Wasser wurde wöchentlich gewechselt, das Becken gereinigt. Der Boden jeden Auslaufs war zu zwei Dritteln mit Zementplatten ausgelegt. Das restliche Drittel der Bodenfläche bestand aus Kies und Erde. Der Versuch dauerte 70 Tage.

Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit:

Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurde mittels Hygro- bzw. Thermographen (8-Tageschreiber) registriert.

Fütterung:

Die Schweine konnten aus einem Futterautomaten, der aus Holz angefertigt wurde, beliebig Futter entnehmen. Dieser Futterautomat bewährte sich in dem Versuch sehr, da die Schweine kein Futter hinauswerfen konnten. Wasser stand den Schweinen in einer Selbsttränke zur Verfügung.

Versuchsdurchführung:

Die Schweine hatten ein Anfangsgewicht von ca 50 kg und wurden bei wöchentlicher Wiegung bis zu einem Endgewicht von ca 100 kg im Versuch gehalten. Gewichtszunahmen siehe Tabelle 18 und 19.

Fütterung:

Gefüttert wurden die Schweine mit Schweinemastfertigfutter. Für die Mast bis 70 kg wurde Schweinemastfutter für Mittelmast und ab 70 kg Schweinemastfutter für Endmast verwendet. Das Futter setzte sich wie folgt zusammen:

Futter für Mittelmast	Futter für Endmast
28 % Gerste geschrotet	34 % Gerste geschrotet
10 % Eiweißkonzentrat	5 % Eiweißkonzentrat
50 % Fischmehl	50 % Fischmehl
30 % Sojaschrot	30 % Sojaschrot
10 % Luzernegrünmehl	10 % Luzernegrünmehl
10 % Futterknochenschrot	10 % Futterknochenschrot
20 % Weizenfuttermehl	15 % Weizenfuttermehl
10 % Weizennachmehl	10 % Weizennachmehl
10 % Roggennachmehl	15 % Roggennachmehl
10 % Tapiokamehl	10 % Tapiokamehl
5 % Mais geschrotet	5 % Mais geschrotet
5 % Hafer geschrotet	5 % Hafer geschrotet
2 % Kalnivit (Mineralstoffmischung mit Spurenelementen und Vitamin A_1D_3-Konzentrat)	1 % Kalnivit
Wertbestimmende Bestandteile	Wertbestimmende Bestandteile
Rohprotein 15,9 %	Rohprotein 14,2 %
Rohfaser 5,4 %	Rohfaser 5,1 %
Fett 3,2 %	Fett 3,2 %

Wasser stand den Schweinen unbegrenzt in einer Selbsttränke zur Verfügung.

Tabelle 18

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe I (ohne Wasserbecken)

Tag der Wiegung:		27. 6.	4. 7.	11. 7.	18. 7.	25. 7.
1		44,5	48,0	54,5	59,5	65,0
2		42.0	47,0	53,0	57,5	63,0
3		39,0	44,0	50,5	55,0	60,0
4		42,5	46,5	52,0	55,5	61,5
5		43,0	50,0	52,5	58,0	63,0
6		44,0	46,5	51,0	63,0	68,0
7		45,0	47,0	49,5	53,0	56,0
8		41,5	46,5	52,0	55,5	59,0
9		42,0	46,0	48,5	53,0	57,0
10		44,0	46,5	51,0	55,0	59,5
Gesamtgew. in kg:		427,5	468,0	514,5	565,0	612,0
	1. 8.	8. 8.	15. 8.	22. 8.	29. 8.	5. 9.
1	69,5	74,5	82,0	87,5	92,5	99,0
2	67,0	73,0	78,0	82,0	84,0	90,0
3	64,5	69,5	75,0	80,5	85,0	89,0
4	67,0	74,0	81,0	86,5	90,0	97,0
5	68,0	74,0	77,0	83,5	88,0	94,5
6	73,5	80,0	86,0	95,0	100,0	106,0
7	60,0	64,0	68,0	71,0	74,0	78,0
8	65,0	70,0	73,0	78,0	83,0	88,5
9	61,0	65,0	69,0	73,5	76,0	81,0
10	64,0	70,0	74,5	79,5	84,5	91,0
Gesamtgew. in kg:	659,5	714,0	763,5	817,0	857,0	914,0

Tabelle 19

Gewicht der Schweine in kg bei den wöchentlichen Wiegungen

Gruppe II (mit Wasserbecken)

Tag der Wiegung		27.6.	4.7.	11.7.	18.7.	25.7.
11		42,0	48,5	47,5	51,0	57,0
12		48,0	57,0	64,0	72,0	76,0
13		42,0	50,0	57,5	63,0	69,0
14		42,5	47,5	53,5	57,5	64,5
15		38,0	44,5	49,5	54,5	59,0
16		41,0	49,0	56,5	62,5	70,5
17		44,0	52,5	58,5	65,0	70,0
18		39,5	44,5	50,0	54,0	59,0
19	47	47,0	53,5	59,5	66,5	71,0
20		46,0	53,0	58,0	64,0	70,0
Gesamtgew. in kg:		430,0	500,0	554,5	610,0	666,0

	1.8.	8.8.	15.8.	22.8.	29.8.	5.9.
11	62,5	69,5	75,0	80,0	84,0	90,0
12	82,0	90,5	95,0	102,0	106,5	113,5
13	76,0	84,0	90,0	98,0	104,0	111,0
14	70,0	77,0	81,0	86,5	90,0	96,0
15	64,0	71,0	74,5	80,0	85,5	91,5
16	75,5	85,5	91,0	100,0	101,0	105,0
17	77,0	83,0	88,0	94,0	103,0	110,0
18	64,0	70,5	75,0	81,0	85,0	92,0
19	75,0	82,5	86,0	91,0	95,0	101,0
20	75,0	79,0	84,0	87,0	94,0	96,0
Gesamtgew. in kg	721,0	792,5	839,5	899,5	948,0	1006,0

Tabelle 20

Wöchentliche Gewichtszunahme in den einzelnen Gruppen in kg

	I ohne Becken	II mit Becken
1. Woche	40,5	70,0
2. Woche	46,5	54,5
3. Woche	50,5	55,5
4. Woche	47,0	56,0
5. Woche	47,5	56,0
6. Woche	54,5	71,5
7. Woche	49,5	47,0
8. Woche	53,5	60,0
9. Woche	40,0	48,5
10. Woche	57,0	58,0
Gesamtgew. zunahme in kg	486,5	577,0

Aus Tabelle 20 ist zu ersehen, daß die Gesamtgewichtszunahme der Gruppe, die eine Bademöglichkeit besaß, fast in jeder Woche deutlich über der der Gruppe ohne Becken lag.

Tabelle 21

Tägliche Gewichtszunahmen in kg in verschiedenen Gewichtsabschnitten

Gruppe	50 kg-60 kg	60 kg-80 kg	80 kg-110 kg
I ohne Becken	0,662	0,732	0,692
II mit Becken	0,857	0,819	0,796

Tabelle 21 zeigt, daß die Gewichtszunahmen in allen Gewichtsabschnitten besser waren bei den Schweinen, die eine Bademöglichkeit hatten.

Tabelle 22

Gesamtfutterverbrauch, Gesamtgewichtszunahme, täglicher Futterverbrauch und tägliche Gewichtszunahme sowie die Futterverwertung der mit und ohne Wasserbecken gemästeten Schweine

	I ohne Becken	II mit Becken
Gesamtfutterverbrauch in kg	2 200	2 500
Gesamtgewichtszunahme in kg	486, 5	577, 0
Täglicher Futterverbrauch in kg	3, 142	3, 571
Tägliche Gewichtszunahme in kg	0, 695	0, 824
Futterverwertung	4, 522	4, 333

Der Gesamtfutterverbrauch lag, wie aus Tabelle 22 zu ersehen ist, bei der Gruppe mit Wasserbecken mit 2 500 kg um 300 kg höher als bei der Gruppe ohne Becken. Demzufolge war auch der tägliche Futterverbrauch höher. Die Gesamtgewichtszunahme lag bei der Gruppe mit Bekken ebenfalls bedeutend höher. Auch die Futterverwertung war bei den Schweinen, denen ein Wasserbad zur Verfügung stand, günstiger.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die Betrachtung der Einflüsse der Umweltfaktoren auf den Organismus zeigt, daß die Schweine bei Temperaturen gehalten werden müssen, die für ihre Lebensführung günstig sind, bzw. vor Temperaturen bewahrt werden, die sie schädigen können. Gewisse Wärmegrade sind also für die wichtigsten Funktionen des Organismus optimal, anders ausgedrückt, die Stoffwechselprozesse, die die Funktion des Organismus aufrechterhalten, können nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen normal oder besonders rationell ablaufen.

Betrachtet man die Angaben über optimale Temperaturen für eine wirtschaftliche Mast, so ist folgendes zu sagen:

Die von Ober (16) mit 10 °C, Zorn (33) mit 12 °C und Cords-Parchim (5) mit 8 °- 12 °C angegebenen Temperaturen sind lediglich für eine Endmast von 80 kg bis 110 kg tragbar, wie die Versuche verschiedener Autoren sowie die eigenen zeigen. Für den Gewichtsabschnitt von 40 kg bis 80 kg sind sie zu niedrig. Schweine in diesem Gewichtsabschnitt geben infolge des dünnen Fettpolsters leicht Wärme ab. Sie haben daher einen zusätzlichen Verbrauch von Nährstoffen, um die Körpertemperatur aufrechterhalten zu können, die damit für den Ansatz nicht mehr zur Verfügung stehen.

Neben der Lufttemperatur muß unbedingt die Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung berücksichtigt werden, was in der genannten Literatur leider vernachlässigt wurde. Berücksichtigt werden muß auch die Rasse der Schweine, die wie die Versuche Siegels (25), Ladans (12) sowie Tidwells (29) zeigen, eine große Rolle spielt. Die Ergebnisse Siegels (25) lassen erkennen, daß bei Schweinen verschiedener Rasse deutlich differierende Zusammenhänge zwischen Temperatur und Mastleistung bestehen.

Die Versuchsergebnisse von Wöhlbier (32), Wagenbach (31) und Hazen (8) gleichen ungefähr den Ergebnissen meiner eigenen Versuche. Leider machten sie in den Berichten über ihre Versuche keine Angaben über Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung.

Die von mir durchgeführten Versuche erbrachten im 1. Klimakammerversuch (mit zusätzlicher Wärmezufuhr) die besten täglichen Gewichtszunahmen der Schweine mit 0,659 kg bei 20 °C. Es folgten die bei der Temperatur von 15 °C gehaltenen Tiere mit einer Gewichtszunahme von 0,638 kg. Bei Temperaturen

von 10 ° C nahmen die Schweine täglich 0,629 kg zu. Die niedrigste Gewichtszunahme lag mit 0,574 kg ganz deutlich bei 6 ° C - 8 ° C. Betrachtet man die Gewichtszunahme in verschiedenen Gewichtsabschnitten, so zeigt es sich, daß die günstigste Temperatur für Schweine von 50 kg bis 60 kg und 60 kg bis 80 kg bei 20 ° C liegt. Die Schweine nahmen in diesen Gewichtsabschnitten täglich 0,645 kg bzw. 0,712 zu.

Die Temperaturen von 6 ° C - 8 ° C waren für diese beiden Gewichtsabschnitte absolut zu niedrig, wie die Zunahmen von 0,564 kg und 0,596 kg pro Tag zeigen.

Bei den Schweinen im Gewichtsabschnitt von 80 kg bis 100 kg lag die beste tägliche Gewichtszunahme mit 0,709 kg bei 10 ° C, während sie bei 15 ° C 0,652 kg und bei 20 ° C nur 0,620 kg betrug.

Bei der Betrachtung der erzielten Futterwerte (s. Tabelle 7) zeigte es sich, daß dieselben bei 6 ° C - 8 ° C für alle Gewichtsklassen mit 5,695 absolut ungünstig lagen. Die Werte bei 10 ° C, 15 ° C und 20 ° C waren ziemlich ausgeglichen. Es muß allerdings dabei berücksichtigt werden, daß der Futterwert für die ganze Versuchsdauer berechnet wurde. Bei Berechnung der Futterwerte für verschiedene Gewichtsklassen ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß die Resultate differieren würden.

Hieraus ist zu ersehen, daß sowohl in Hinsicht auf die Gewichtszunahme als auf die Futterverwertung Temperaturen von 6 ° C - 8 ° C für Mastschweine jeder Gewichtsklasse zu niedrig sind.

Die günstigste Masttemperatur der Schweine von 50 kg - 60 kg liegt bei mindestens 20 ° C, für den Gewichtsabschnitt 60 kg - 80 kg bei 20 ° C. Für Schweine von 80 kg - 100 kg ist diese Temperatur zu hoch. Während eine Temperatur von 15 ° C noch günstig ist, liegt der optimale Wert hier bei 10 ° C. Abschließend ist zu diesem Versuch zu sagen, daß er in dieser Form aus wirtschaftlichen Aspekten trotz der besseren Zunahmen bei 20 ° C nicht durchführbar ist, da eine kostspielige Wärmequelle notwendig war, um die Stalltemperatur auf 20 ° C zu halten.

Im zweiten Klimakammerversuch, bei dem die Eigenwärme der Schweine zur Erwärmung des Stalles ausgenutzt wurde, war im Gegensatz zu Versuch 1 die tägliche Gewichtszunahme bei 15 ° C Stalltemperatur mit 0,677 kg besser als bei 20 ° C mit 0,568 kg. Die Zunahme im Gewichtsabschnitt 80 kg bis 110 kg war entsprechend Versuch 1 besser bei 15 ° C,

wie die tägliche Zunahme von 0,744 kg gegenüber von 0,603 kg bei 20 ^{o} C zeigt. In den Gewichtsabschnitten 50 kg - 60 kg und 60 kg - 80 kg waren die Zunahmen im Gegensatz zu Versuch 1 bei 20 ^{o} C geringer. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, daß die Stalltemperatur 20 ^{o} C nicht erreichte und manchmal nur bei 18 ^{o} C lag, da die Eigenwärme der Schweine nicht ausreichte, die Kammer auf 20 ^{o} C zu beheizen. Die Folge davon war wiederum, daß der Ventilator sehr wenig lief und somit die Frischluftzufuhr sehr gering war. Diese Tatsache erklärt auch den bedeutend geringeren Futterverbrauch bei 20 ^{o} C. Sollte dieser Versuch in der Praxis angewandt werden, so müßte darauf geachtet werden, daß der Luftraum des Stalles pro Tiereinheit nicht zu groß ist. Der Stall muß entweder kleiner gebaut werden, oder der Stallbesatz vergrößert werden, um eine Stalltemperatur von 20 ^{o} C durch die Eigenwärme der Schweine zu erreichen.

Im 1. Versuch (1959), in dem der Einfluß der Abkühlung durch Wasser auf die Mast der Schweine untersucht werden sollte, konnten keine deutlichen Unterschiede in der Gewichtszunahme trotz hoher Außentemperaturen bei den Gruppen mit und ohne Becken festgestellt werden. Die Ursache hierfür liegt darin, daß die Schweine bei den hohen Außentemperaturen zu Beginn des Versuches noch zu wenig Gewicht hatten und so das Wasser nicht zur Wärmeregulierung benötigten und aufsuchten, zum anderen darin, daß die Wassertemperatur zu hoch war. Bei einer Anlage eines Wasserbeckens in der Praxis muß also darauf geachtet werden, daß das Wasser entweder mehrfach gewechselt wird, oder daß das Becken stets im Schatten liegt.

Wesentlich ist, daß die Temperatur des Wassers im Becken nicht zu hoch steigt.

Im 2. Versuch (1960) waren während der ganzen Versuchsdauer die Lufttemperaturen nicht allzu hoch (die niedrigste Durchschnittstemperatur betrug 11 ^{o} C, die höchste 25 ^{o} C). Dennoch war im Endergebnis ein deutlicher Unterschied in der Gewichtszunahme und Futterverwertung zwischen den Gruppen mit und ohne Becken festzustellen. Während die täglichen Gewichtszunahmen der Schweine, die eine Bademöglichkeit hatten, 0,824 kg betrugen, war den Schweinen ohne Wasserbecken nur eine solche von 0,695 kg zu verzeichnen. Die Futterverwertung lag bei den Schweinen mit Wasserbecken mit 4,333 ebenfalls günstiger als bei der anderen Gruppe mit 4,522. Der tägliche Futterverbrauch war bei der

Gruppe mit Bademöglichkeit mit 3,571 kg höher als bei der anderen Gruppe, deren Futterverbrauch 3,142 kg pro Schwein und Tag betrug. Die Erklärung für die höheren Gewichtszunahmen kann in diesem Versuch meines Erachtens nicht allein in der Möglichkeit der besseren Wärmeregulation durch Wärmeabgabe an das Wasser gesucht werden, da die Temperaturen, wie bereits erwähnt, nicht sehr hoch lagen.

Die Ursache ist vielleicht darin zu suchen, daß das Wasser als solches durch die Berührung mit der Haut stoffwechselanregend wirkt (bekanntlich fördert das Baden beim Menschen den Appetit). Diese Stoffwechselanregung hat wiederum eine vermehrte Futteraufnahme und gleichzeitig eine schnellere Gewichtszunahme und bessere Futterverwertung zur Folge.

Die Anlage eines Wasserbeckens in der Praxis ist nicht nur wegen der besseren Zunahme der Schweine, wie der Versuch gezeigt hat, zu empfehlen, sondern es wird obendrein durch die kürzere Mastzeit - sie war in diesem Versuch drei Wochen kürzer - der Einsatz von Arbeitsaufwand und Arbeitskräften erheblich vermindert.

Tabelle 17

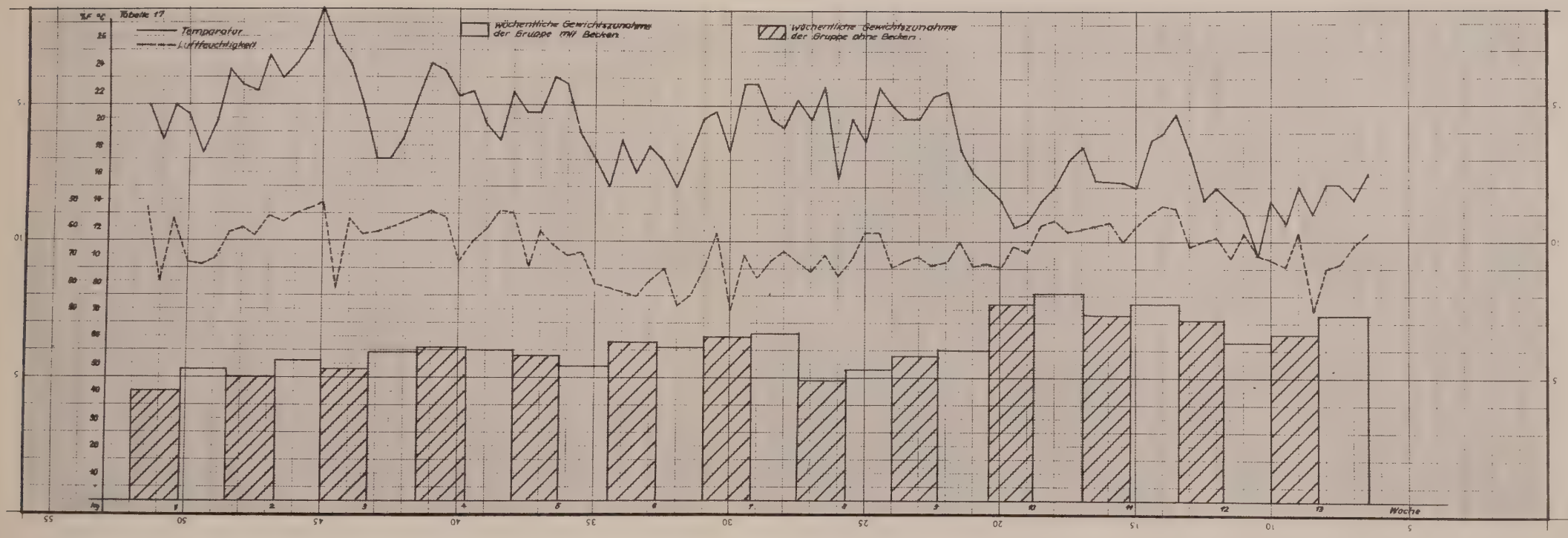
Tabelle 17
Temparatur
Luftfeuchtigkeit
wöchentliche Gewichtszunahme der Gruppe mit Becken
wöchentliche Gewichtszunahme der Gruppe ohne Becken
Woche

Tabelle 23

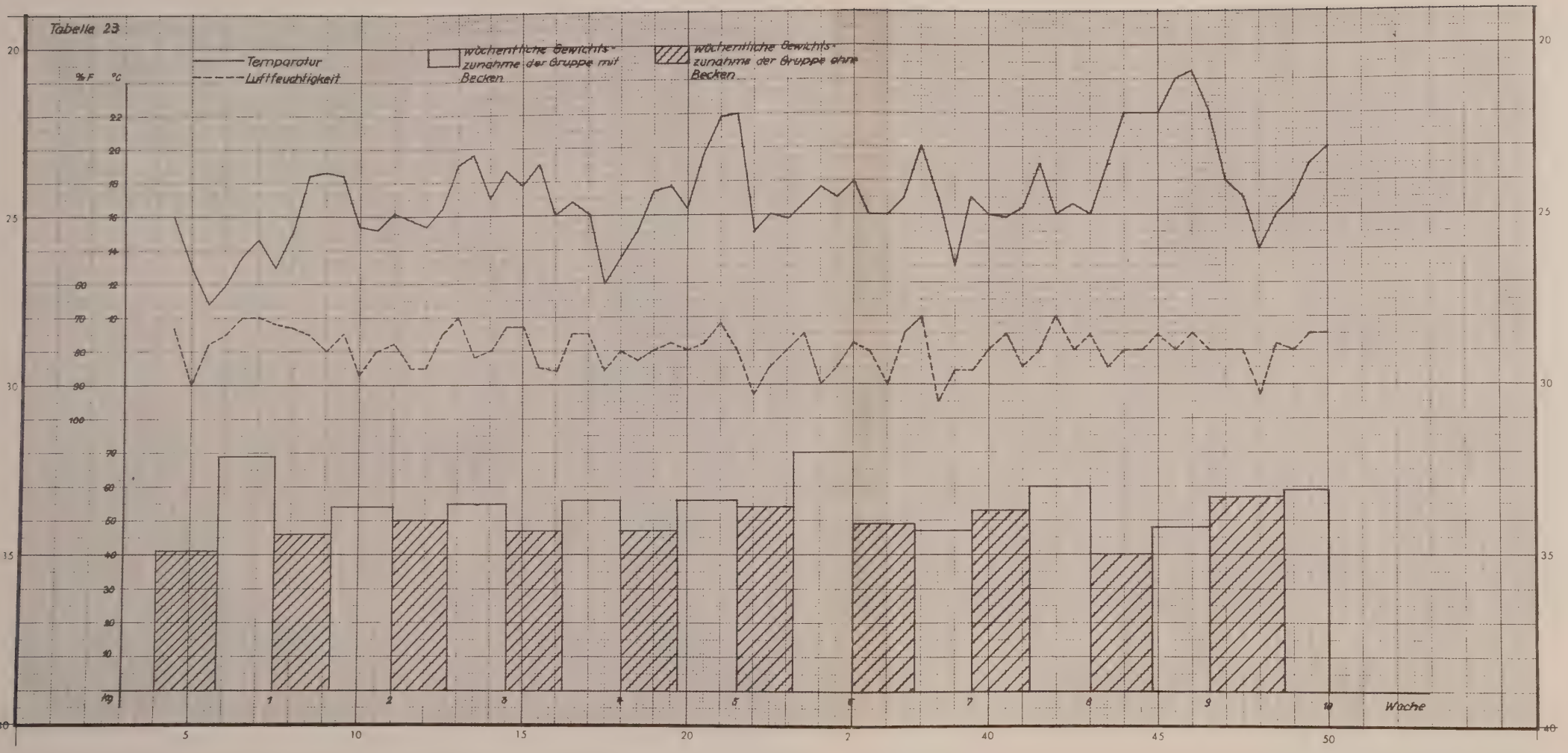
Tabelle 23
Temparatur
Luftfeuchtigkeit
wöchentliche Gewichts-zunahme der Gruppe mit Becken
wöchentliche Gewichts-zunahme der Gruppe ohne Becken
%F
°C
kg
Woche
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. In zwei Klimakammer- und zwei Freiluftversuchen wurde der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sowie der Einfluß der Abkühlung in Form eines Wasserbades auf die tägliche Gewichtszunahme und Futterverwertung bei insgesamt 112 veredelten deutschen Landschweinen geprüft.

2. Beide Klimakammerversuche ergaben, daß die günstigste Temperatur für eine wirtschaftliche Mast je nach Gewichtsklasse verschieden ist.

3. Im Klimakammerversuch 1 lag im Hinblick auf die tägliche Gewichtszunahme und Futterverwertung die günstigste Temperatur für Schweine im Gewichtsabschnitt 50 kg bis 80 kg mit 0,678 kg täglicher Zunahme bei 20 ^{o} C. Für Schweine in der Gewichtsklasse von 80 kg bis 110 kg waren Temperaturen von 10 ^{o} C, wie die tägliche Zunahme von 0,702 kg zeigt, am besten.

4. Im Klimakammerversuch 2 waren die täglichen Zunahmen in dem Gewichtsabschnitt 50 kg bis 80 kg im Gegensatz zu Versuch 1 bei 15 ^{o} C mit 0,644 kg besser als bei 20 ^{o} C mit 0,550 kg. Im Gewichtsabschnitt 80 kg bis 110 kg lagen die besten täglichen Zunahmen mit 0,744 kg bei 15 ^{o} C.

5. In den Versuchen, in denen der Einfluß der Abkühlung durch Wasser auf die Mast der Schweine untersucht werden sollte, konnten im 1. Versuch bis zu einem Gewicht von 75 kg keine deutlichen Unterschiede in der täglichen Gewichtszunahme zwischen den Schweinen mit und ohne Bademöglichkeit festgestellt werden, wie die Werte von 0,523 kg bzw. 0,519 kg zeigen.

6. Im 2. Versuch (1960) zeigte sich dagegen ein deutlicher Unterschied in der täglichen Gewichtszunahme. Während die Schweine, denen ein Wasserbecken zur Verfügung stand, täglich 0,824 kg zunahmen, betrug die Gewichtszunahme der Schweine ohne Bademöglichkeit 0,695 kg pro Tag.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Andrews, F.N., Culver, A.A. Conrad, J.H. — Die Wirkung des Nebel-Spray-Systems zur Kühlung der Schweine Purdue University Agricultural Experimental Station, Lafayette, Indiana (1957)

2. Andrews, F.N., Culver, A.A. — Abkühlung der Schweine mit Wasser Purdue University (1957) Agr. Exp. Stat., Lafayette, Indiana

3. Bray, C.I., Singletary, C.B. — Effect of hog wallows on gains of fattening swine J. Animal Sci. 7, 521 (1948)

4. Büchner, F. — Allgemeine Pathologie Verlag: Urban und Schwarzenberg München-Berlin (1959) 3. Auflage

5. Cords-Parchim, W. — Der gesunde Stall Verlag des Druckhauses Tempelhof Berlin (1947) 1. Auflage

6. Garret, W.N., Bond, T.E., Kelly, C.F. — Environmental Comparisons of Swine Performance as Affected by Shaded and Unshaded Wallows J. Animal Sci. 19, 921-925 (1960)

7. Hammond, J. — Progress in the Physiology of Farm Animals London 1954

8. Hazen, T.E. — Temperatur-Gain Relationship shown in Iowa-Test Feedstuffs 1958;68 12. Juli

9. Heitmann, H., Hughes — The Effects of Air Temperature and Relative Humidity on the Physiological Well Being of Swine
J. Animal Sci. 8 171 (1949)

10. Hoffmann, R. — Untersuchungen über die Hauttemperatur des Schafes mit dem Thermoelement
Inaug.-Diss. Hannover 1938

11. King, O.L. — Die Einwirkung der Umgebungstemperaturen auf die rektale Temperatur von Mastschweinen
Brit. Vet. Journ. 115 213-217 (1959)

12. Ladan, P.J. — Einfluß der Temperatur und Sonnenstrahlen auf pigmentierte und weiße Haut bei Schweinen
Schweinezucht (russ.) 13 Nr.4 40-42 (1059)

13. Lee, R.C., Nicholas, F.N., Ritzmann, E.G. — J.Nutrit, 21 321 (1941) zit. nach (20)

14. Morrison, P.R. — J.Cellul. a. Comp. Physiol. 31 281 (1948) zit. nach (20)

15. Nusshag, W. — Hygiene der Haustiere
Verlag Hirzel, Leipzig (1957) 2. Auflage

16. Ober, J. — Gesundes Stallklima
Bay. Land. Verlag
Bonn-München-Wien (1957)

17. Otte, C. — Untersuchungen über den Einfluß der Stalltemperatur auf den Mastverlauf bei Schweinen.
Futter und Fütterung 4 26-27 (1960)
Beilage der Zeitschrift: der Tierzüchter

18. Palmer, C. C. — The Effect of Muscular Exercise and the Heat of the Sun on the Blood and Body Temperature of Normal Pigs
Journ. Agr. Res. 19 167 (1917)

19. Putilin, N. I., Staritzkaja, L. N. — Einfluß hoher Temperaturen in Kombination mit physischer Belastung auf die Sekretion des Magens und der Pankreasdrüse bei verschiedenen Ernährungsweisen
Fragen der Ernährung 18 Nr. 5 24 - 30 (1959)

20. Precht, H., Christophersen, J., Hensel, H. — Temperatur und Leben
Verlag Süringer, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1955) 1. Auflage

21. Robinson und Lee — zit. nach (11)

22. Rolle, M. — Veterinärhygiene
Vervielfältigtes Manuskript, München (1949)

23. Seath, M., Miller, G. D. — J. Dairy 34 1145 (1946) zit. nach (7)

24. Schmidt, J., Kliesch, F. Goerttler, V. — Lehrbuch der Schweinezucht
Verlag Paul Parey, Berlin (1956) 1. Auflage

25. Siegl, O. — Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Stalltemperaturen und Mastleistungen bei Schweinen unter besonderer Berücksichtigung der in der Mastprüfungsanstalt Knau erzielten Ergebnisse
Arch. Tierzucht 1 189 (1958)

26. Stahl und Kröber — "Die Mastleistungsprüfung in der Kurmark" (1936/37)
Zschr. für Schweinezucht, Schweinemast und Schweinehaltung Nr. 12, 1938

27. Ssetchenow, J. — Bedeutung der thermischen Einflüsse für die motorische Reaktion des Darms
Physiol. UDSSR 45 464 - 470 (1959)

28. v. Sybel, Ober, J. — Klimatisierung der Viehställe
Züchtungskunde 19 5-8 (1944)

29. Tidwell, A.L.
Fletcher, J.L. — Die Wirkung des Sonnenlichtes auf Körpertemperatur und Atemfrequenz der Schweine
J. Animal Sci. 10 523 (1951)

30. Trautmann-Scheunert-Brüggemann — Lehrbuch der Veterinärphysiologie
Verlag Parey Berlin (1957) 4. Auflage

31. Wagenbach, H. — Stalltemperatur und Mastleistung bei Schweinen
Der Tierzüchter 23 584 (1957)

32. Wöhlbier, P., Kirchgeßner, M.,
Schneider, W. — Bedeutung von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit in der Schweinemast
Mitt. d. Dtsch. Landwirtschafts-Ges.
31. 7. 1958, S. 809

33. Zorn, W. — Stallverbesserung und Stallneubau
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (1953)
2. Auflage

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich es nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. A. Meyn für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Besonders danken möchte ich auch Herrn Privatdozent Dr. Kalich für seine jederzeit freundlichen und wertvollen Ratschläge bei der Abfassung meiner Arbeit.

LEBENSLAUF

Als Sohn des prakt. Tierarztes Dr. Heinrich Iseke und seiner Ehefrau Ruth, geb. Basista wurde ich am 20. 4. 1934 in Ottmachau Kr. Grottkau, Oberschlesien, geboren.

Ostern 1940 trat ich in die kath. Volksschule zu Ottmachau ein.

Im Januar 1945 flüchteten wir nach Westfalen, wo ich ab Ostern 1946 das Neusprachliche Gymnasium zu Paderborn besuchte und dort 1955 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1955 begann ich mein Tierärztliches Studium, das ich mit der Ablegung der Tierärztlichen Prüfung am 4. August 1960 an der Ludwig-Maximilians-Universität München beendete.